บทความพิเศษ

High Performance Computer

ไกรสร พงษ์รักษา

ทำความรู้จักกับ ซูเปอร์ คอมพิวเตอร์

นำเสนอความเป็นมาของซูเปอร์คอมพิวเตอร์ ทั้งในเรื่องเทคนิคและคุณสมบัติต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจดียิ่งขึ้น

เรื่องที่ติดอันดับฮ็อทในวงการคอมพิวเตอร์บ้านเราในขณะนี้เห็นจะหนีไม่พ้นเรื่องของ "ซูเปอร์คอมพิวเตอร์" หลายคนอาจจะสงสัยว่าซูเปอร์คอมพิวเตอร์ก็มีมานานแล้ว ทำไมจึงกลายเป็นเรื่องที่ใครต่อใครให้ความสนใจกันขึ้นมาได้ ตรงนี้ต้องขอเกริ่นนำให้ผู้อ่านได้ทราบก่อนว่า ในปัจจุบันนี้หน่วยงานบางแห่งในบ้านเรามีศักยภาพทางด้านเงินทุนเพียงพอที่จะเป็นเจ้าของซูเปอร์คอมพิวเตอร์ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเช่าใช้หรือซื้อทั้งเครื่องก็ตาม และนักวิจัยจากหลายหน่วยงานก็เริ่มมองการนำซูเปอร์คอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งาน อีกทั้งยังมีการก่อตั้งกลุ่มผู้สนใจด้านคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูงและได้จัดประชุมพบปะกันไปแล้วหลายครั้งหลายคราว กลุ่มผู้ใช้คอมพิวเตอร์ในเครือข่ายของอินเตอร์เน็ตที่สามารถอ่านข่าวใน soc.culture.thai จาก USENET ได้ก็จะพบว่า มีบทความสนทนาและให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการนำซูเปอร์คอมพิวเตอร์มาใช้ในประเทศไทยอย่างกว้างขวาง

สำหรับเรื่องที่ผู้เขียนจะกล่าวในที่นี้ไม่ได้เป็นความคิดเห็นหรือทรรศนะในเรื่องซึ่งกำลังเป็นที่วิพากษ์วิจารณ์แต่อย่างใด หากแต่จะกล่าวถึงเรื่องของซูเปอร์คอมพิวเตอร์ในเชิงเทคนิค เพื่อให้ผู้อ่านทำความเข้าใจกับเรื่องของ

ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ให้มากยิ่งขึ้น พาผู้อ่านไปรู้จักกับเครื่องที่จัดว่าเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์ที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน และกล่าวถึงเกณฑ์การแบ่งแยกว่าเครื่องไหนเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์ เครื่องไหนจัดว่าไม่เป็น พอให้ได้ทราบว่าความเก่งกาจของซูเปอร์คอมพิวเตอร์เมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์ทั่วไปนั้นจะต่างกับที่ซูเปอร์แมนเก่งกว่าเรา ๆ สักเพียงใด

อะไรคือซูเปอร์คอมพิวเตอร์

เมื่อเอ่ยถึงชื่อซูเปอร์คอมพิวเตอร์หลายคนคงจะนึกถึงเครื่องยี่ห้อเครย์ (Cray) ขึ้นมาทันที ทั้งนี้ก็เพราะเครย์จัดว่าเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์ที่ออกจะเป็นที่พูดถึงและรู้จักกันมากที่สุด และยังถือได้ว่าเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์พี่ใหญ่ที่เกิดขึ้นมาก่อนใครเพื่อน

ในความเป็นจริงแล้ว เครย์เป็นเพียงซูเปอร์คอมพิวเตอร์ยี่ห้อหนึ่งที่มีอยู่เท่านั้น ในปัจจุบันเรายังมีซูเปอร์คอมพิวเตอร์ยี่ห้ออื่นนอกเหนือไปจากเครย์อีกหลายยี่ห้อ อีกทั้งมีเครื่องซึ่งมีสมรรถนะเทียบเคียงหรือเฉียดเข้าใกล้ซูเปอร์คอมพิวเตอร์อยู่เป็นจำนวนไม่น้อย หลายคนจึงมักตั้งคำถามว่านักคอมพิวเตอร์มีหลักการจัดแบ่งอย่างไร

เราคงจะคุ้นเคยกับการจัดแบ่งยุคของคอมพิวเตอร์ออกเป็นยุคที่ 1, 2, 3 ฯลฯ แต่ละยุคคอมพิวเตอร์นี้หาใช่ว่าจะมีการกำหนดมาก่อนล่วงหน้า หากแต่มาเกิดขึ้นเอาภายหลังเมื่อช่วงเวลาได้ผ่านไปและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปตามลำดับ การจัดแบ่งคอมพิวเตอร์ออกเป็นไมโคร มินิ เมนเฟรม หรือซูเปอร์คอมพิวเตอร์ก็เข้าทำนองดังกล่าวเช่นเดียวกัน ที่ไม่มีการกำหนดมาก่อน แต่ก็เมื่อมีการสร้างเครื่องขึ้นมาอย่างหลากชนิดและสมรรถนะที่แตกต่างกัน ก็ย่อมต้องมีการจัดแบ่งกลุ่มตามออกมาเป็นธรรมดา

ในปัจจุบันนี้เราจัดแบ่งประเภทคอมพิวเตอร์โดยถือตามขีดความสามารถของเครื่องเป็นหลัก และตรงนี้ต้องขอให้ผู้อ่านทำความเข้าใจก่อนว่า ขีดความสามารถของเครื่องนั้นเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลาอย่างมาก ไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีความเร็วและมีขนาดหน่วยความจำมากกว่าเมนเฟรมในยุคแรกหลายเท่าตัว ดังนั้นเมื่อพูดถึงการจัดแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์จึงต้องบ่งบอกถึงจุดเวลากำกับไว้ด้วยเสมอ

ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ก็หนีไม่พ้นหลักเกณฑ์ข้างต้นนี้ และเป็นที่ยอมรับกันว่าซูเปอร์คอมพิวเตอร์คือเครื่องเทคโนโลยีที่ดีที่สุดเท่าที่เราทำได้ในขณะนั้น ซูเปอร์คอมพิวเตอร์จะเป็นคอมพิวเตอร์ชนิดใดก็ได้ แต่ขอให้เป็นเครื่องที่มีความเร็วสูงสุด สมรรถนะดีที่สุดในขณะนั้น ความเร็วของเครื่องอาจจะติดอันดับหนึ่งในห้าหรือหนึ่งในสิบนั้นก็เป็นอีกเรื่องหนึ่ง

เมื่อวัดกันด้วยตัวเลข

นิยามของซูเปอร์คอมพิวเตอร์ข้างต้นอาจจะดูเลื่อนลอยจนไม่สามารถเอามาใช้บอกได้เลยว่าซูเปอร์คอมพิวเตอร์ควรจะมีความเร็วสักเท่าใด หรือหน่วยความจำขนาดไหน หากต้องการเกณฑ์บางอย่างที่ช่วยในการจัดแบ่งก็ต้องหันไปมองถึงซูเปอร์คอมพิวเตอร์จริง ๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน แล้วก็สรุปคุณลักษณะของเครื่องมาเป็นตัวบอกคร่าว ๆ ซึ่งทางนักคอมพิวเตอร์จะอาศัยหลักเกณฑ์อยู่ 2-3 ข้อคือ ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมักมีซีพียูขนาด 64 บิต มีความเร็วอยู่ในระดับหลายร้อยเมกะฟลอป และมีหน่วยความจำหลายร้อยเมกะเวิร์ด

ตารางที่ 1 แสดงถึงการจัดแบ่งคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง ๆ ออกเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์ และลดระดับจนกระทั่งถึงซูเปอร์มินิคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้อ่านได้เห็นภาพเปรียบเทียบและรู้จักกับเครื่องคอมพิวเตอร์จริง ๆ ในแต่ละกลุ่ม

สำหรับในบทความนี้ตามที่จำนำในหัวข้อเรื่องแล้วว่าเป็นเรื่องของซูเปอร์คอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ ดังนั้นผู้เขียนก็จะขอแนะนำเฉพาะคอมพิวเตอร์ที่เป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์แบบเต็มตัวอย่างแท้จริง ซึ่งได้แก่เครื่อง เครย์ อีทีเอ เอ็นอีซี ฟูจิตสึ และฮิตาชิ เท่านั้น

รู้จักกับเครย์

บริษัทเครย์ รีเสิร์ช ผู้ผลิตซูเปอร์คอมพิวเตอร์เครย์ เป็นบริษัทที่ก่อตั้งขึ้นในปี 1972 โดยซีมัว เครย์ จนกระทั่งถึงปัจจุบันนี้มีการจัดจำหน่ายเครื่องเครย์ไปมากกว่า 400 เครื่องทั่วโลก

เครย์รุ่นแรกคือ เครย์ 1 (Cray 1) ซึ่งสร้างขึ้นในปี 1975 และอีก 4 ปีต่อมาได้ปรับปรุงเป็นรุ่นเครย์ 1 เอส (Clay 1 S) เครย์ในรุ่นนี้เป็นเครื่องที่มีซีพียูเพียงตัวเดียวและใช้งานแบบผู้ใช้เดี่ยว ระบบการทำงานเป็นแบบแบตช์ภายใต้ระบบปฏิบัติการ COS (Cray Operating System) โดยฟอร์แทรน 77 เป็นคอมพายเลอร์ประจำเครื่อง

ในปี 1985 ได้มีการผลิตเครย์เอ็กซ์-เอ็มพี (Cray X-MP) ซึ่งเป็นเครื่องมัลติโปรเซสเซอร์ มีซีพียูได้ 4 ตัว ซีพียูแต่ละตัวจะแบ่งการใช้งานหน่วยความจำกลางร่วมกัน (Shared memory)

ตารางที่ 1 การจัดแบ่งซูเปอร์คอมพิวเตอร์

ประเภท	สมรรถนะสูงสุด	ราคา	ตัวอย่างเครื่อง
ซูเปอร์คอมพิวเตอร์เต็มตัว	200-2400 เมกะฟลอป หรือมากกว่า 500 มิพส์	25-600 ล้านบาท	Cray Y-MP, NEC SX-X/44, Fujitsu VP-200, ETA 10
เกือบเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์	50-500 เมกะฟลอป หรือมากกว่า 50 มิพส์	25-100 ล้านบาท	IBM 3090/VF, Connection Machine, BBN Butterfly, Maspar MP-2
มินิซูเปอร์คอมพิวเตอร์	10-100 เมกะฟลอป หรือมากกว่า 10 มิพส์	2.5-40 ล้านบาท	Aliant FX/8, Encore/Multimax, iPSC
ซูเปอร์มินิคอมพิวเตอร์	น้อยกว่า 0.5 เมกะฟลอป หรือน้อยกว่า 5 มิพส์	5 แสน - 8 ล้านบาท	VAX8600 IBM 4300

เครย์ เอ็กซ์-เอ็มพี มีวงรอบสัญญาณนาฬิกากินเวลา 8.5 นาโนวินาที หรือวัดเป็นความเร็วสูงสุดได้ 840 เมกะฟลอป

อีก 3 ปีต่อมา คือในปี 1988 มีการผลิตเครย์อีกรุ่นออกมาคือ เครย์ วาย-เอ็มพี (Cray Y-MP) ซึ่งเป็นรุ่นที่ขยายซีพียูไปได้เป็น 8 ตัว มีหน่วยความจำร่วมขนาด 256 เมกะไบต์ และหนึ่งวงรอบสัญญาณนาฬิกากินเวลาลดลงเหลือ 6 นาโนวินาที ต่อมาในปี 1990 ก็มีการผลิตรุ่นเครย์ วาย-เอ็มพี ซี 90 (Cray Y-MP C90) ซึ่งมีซีพียูได้ 16 ตัว และใช้เวลาเพียง 4.2 นาโนวินาที สำหรับหนึ่งวงรอบสัญญาณนาฬิกา

เครื่องเครย์อีกรุ่นหนึ่งที่แตกย่อยออกไปจากเครย์รุ่นอื่นคือ เครย์ 2 เอส (Cray 2 S) เครย์ในรุ่นนี้ผลิตขึ้นในปี 1985 มีซีพียูได้ 4 ตัว พร้อมกับหน่วยความจำร่วมขนาด 2 กิกะไบต์ และหนึ่งวงรอบสัญญาณนาฬิกากินเวลา 4.2 นาโนวินาที

ข้อแตกต่างหลักของเครย์ 2 เอส ก็คือเปลี่ยนจากระบบแบตช์มาเป็นระบบผู้ใช้หลายคน ตามแบบระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ หรือเรียกว่า ยูนิคอส (UNICOS : Unix COS) และก็กลายเป็นระบบปฏิบัติการซึ่งใช้ในเครื่องเครย์รุ่นต่อมาจนกระทั่งถึงทุกวันนี้

เครย์รุ่นล่าสุด

ในปัจจุบันมีการผลิตเครย์ตามออกมาอีกหลายรุ่น เช่น C90, M90, EL90 เป็นต้น และซูเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่นล่าสุดของเครย์ที่ออกมาเมื่อปลายปี 1993 คือรุ่น T3D ซึ่งภายในใช้ชิพอัลฟ่าจากบริษัทเด็ค

เครย์ T3D นับเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์ของเครย์เครื่องแรกที่เปลี่ยนแนวจากเดิมที่เป็นระบบมัลติโปรเซสเซอร์ไปเป็นระบบโปรเซสเซอร์จำนวนมาก (Massively Parallel Processing) ระบบเริ่มต้นที่มีโปรเซสเซอร์ตั้งแต่ 32 ตัวไปจนกระทั่งถึง 2048 ตัว โดยเพิ่มขึ้นละ 2 เท่าตัว จาก 32 เป็น 64, 128, 256, 512, 1024 และ 2048 สมรรถนะสูงสุดของระบบที่ใช้โปรเซสเซอร์ 32 ตัวจะอยู่ที่ 4.8 กิกะฟลอป โปรเซสเซอร์ 1024 ตัวที่ 153.6 กิกะฟลอป และโปรเซสเซอร์ 2048 ตัวที่ 307.2 กิกะฟลอป และมีหน่วยความจำได้ตั้งแต่ 0.5 กิกะไบต์ไปจนกระทั่งถึง 128 กิกะไบต์ตามขนาดของระบบ

ผู้ใช้เครย์ยังสามารถเลือกผสมระบบเวกเตอร์ขนานซึ่งเป็นสถาปัตยกรรมของเครื่องเครย์รุ่นก่อนเข้ากับ T3D ให้อยู่ในตู้ชุดเดียวกันได้อีกด้วย ทำให้ได้ระบบซูเปอร์คอมพิวเตอร์แบบหลากชนิด หรือที่เรียกว่า Heterogeneous

ลักษณะการเชื่อมต่อระหว่างโปรเซสเซอร์จำนวนมากในเครย์ T3D เป็นแบบวงแหวนโทรอยด์ 3 มิติ ซึ่งช่วยลดระยะห่างระหว่างโปรเซสเซอร์แต่ละตัวลงไป แถบความกว้างการส่งผ่านข้อมูลของระบบมีถึง 76.8 กิกะไบต์ต่อวินาทีสำหรับรุ่นที่มี 1024 โปรเซสเซอร์ และถึงแม้ว่าโปรเซสเซอร์จะมีหน่วยความจำอิสระเป็นของตัวเอง แต่ระบบฮาร์ดแวร์ของ T3D ช่วยให้โปรเซสเซอร์ทั้งหมดมองเห็นหน่วยความจำที่กระจายตัวอยู่นี้กลายเป็นหน่วยความจำร่วมขนาดใหญ่ที่ให้โปรเซสเซอร์ทุกตัวสามารถเข้าใช้ข้อมูลตำแหน่งใดก็ได้

เครย์ T3D ที่มี 32 โปรเซสเซอร์ มีราคาที่ 2.2 ล้านเหรียญสหรัฐฯ และรุ่น 1024 โปรเซสเซอร์มีราคาที่ 31 ล้านเหรียญสหรัฐฯ และได้มีการจำหน่ายออกไปแล้วหลายเครื่อง

ไซเบอร์ซูเปอร์คอมพิวเตอร์

คอนโทรลดาต้า คอร์เปอเรชั่น เป็นอีกบริษัทหนึ่งที่ผลิตซูเปอร์คอมพิวเตอร์ออกมาจำหน่ายในปี 1973 ในชื่อรุ่นสตาร์ 100 (STAR 100) และต่อมาในปี 1982 ก็ผลิตเครื่องไซเบอร์ 205 (Cyber 205) ซึ่งเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์ซีพียูเดียว และหนึ่งวงรอบสัญญาณนาฬิกาใช้เวลา 20 นาโนวินาที

ต่อมาในปี 1985 ก็มีการผลิตเครื่องอีทีเอ 10 (ETA 10) ซึ่งมีซีพียูได้ 8 ตัว ใช้หน่วยความจำร่วม และมีซีพียูทำหน้าที่รับส่งข้อมูลโดยเฉพาะอีก 18 ตัว ซูเปอร์คอมพิวเตอร์อีทีเอ 10 มีสมรรถนะสูงสุดที่ 10 กิกะฟลอป

ในปัจจุบันนี้ไม่มีการพัฒนาไซเบอร์ 205 และอีทีเอ 10 อีกต่อไปแล้ว แต่เครื่องทั้งสองก็ยังมีการใช้งานอยู่ในศูนย์คอมพิวเตอร์หลายแห่ง

ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ในเอเชีย

ญี่ปุ่นเป็นประเทศเดียวในเอเชียที่มีศักยภาพในการผลิตซูเปอร์คอมพิวเตอร์ออกมาแข่งขันกับเครื่องของสหรัฐฯ ซูเปอร์คอมพิวเตอร์ของญี่ปุ่นมีการผลิตจากหลายบริษัททั้งจาก เอ็นอีซี ฟูจิตสึ และฮิตาชิ

ซูเปอร์คอมพิวเตอร์จากค่ายเอ็นอีซี คือเครื่องในตระกูลเอ็นอีซี เอสเอ็กซ์-เอ็กซ์ (NEC SX-X) ตัวอย่างเช่น เอ็นอีซี เอสเอ็กซ์-เอ็กซ์/44 (NEC SX-X/44) ซึ่งญี่ปุ่นกล่าวว่าเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์ที่เร็วที่สุดในโลกนับตั้งแต่มีการผลิตซูเปอร์คอมพิวเตอร์เครื่องแรกออกมาจนกระทั่งถึงปี 1992

เอ็นอีซี เอสเอ็กซ์-เอ็กซ์/44 มีซีพียูรวม 4 ตัว ใช้หน่วยความจำร่วมขนาด 2 กิกะไบต์ หนึ่งวงรอบสัญญาณนาฬิกาใช้เวลาเพียง 2.9 นาโนวินาที และมีสมรรถนะสูงสุดที่ 22 กิกะฟลอป

ตารางที่ 2 คุณลักษณะของซูเปอร์คอมพิวเตอร์จากค่ายต่าง ๆ

คุณลักษณะ	Cray Y-MP c90/16256	NEC SX-X	Fujitsu VP-2000
จำนวนซีพียู	16	4	1 (รุ่น VP2600) 2 (รุ่น VP2400)
วงรอบสัญญาณนาฬิกา	4.2 นาโนวินาที	2.9 นาโนวินาที	3.2 นาโนวินาที
หน่วยความจำสูงสุด	265 เมกะเวิร์ด (2 กิกะไบต์)	2 กิกะไบต์	1 หรือ 3 กิกะไบต์
ระบบปฏิบัติการ	UNICOS	Super-UX	UXp/M MSP/EX
เครื่องด่านหน้า	IBM, CDC, DEC, Univac, Apollo Honeywel	รวมอยู่เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องแล้ว	IBM
คอมพายเลอร์	ฟอร์แทรน 77, ซี, เคร์ซี	ฟอร์แทรน 77/SX	ฟอร์แทรน 77 EX/VP
สมรรถนะสูงสุด (คำสั่งคูณและหาร)	16 กิกะฟลอป	22 กิกะฟลอป	5 กิกะฟลอป
แถบความกว้างของการรับส่งข้อมูล	13.6 กิกะไบต์/วินาที	1 กิกะไบต์/วินาที ต่อ 1 ซีพียู	2 กิกะไบต์/วินาที (มี 256 ช่องสัญญาณ)
ระบบระบายความร้อน	ฟรีออน	น้ำ	อากาศ

ทางด้านของฟูจิตสึก็มีการผลิตเครื่องในตระกูลวีพีออกมาหลายรุ่น อย่างเช่น ฟูจิตสึ วีพี 2000/10 (VP-2000/10) ซึ่งเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์แบบซีพียูตัวเดียวที่มีวงรอบสัญญาณนาฬิกาเพียง 3.2 นาโนวินาที

ส่วนซูเปอร์คอมพิวเตอร์ของฮิตาชิได้แก่เครื่องในตระกูล 820 ซึ่งก็เป็นเครื่องแบบซีพียูเดียวและมีสมรรถนะสูงสุดที่ 3 กิกะฟลอป

คุณลักษณะของซูเปอร์คอมพิวเตอร์จากค่ายต่าง ๆ 3 ค่ายหลักคือ เครย์ เอ็นอีซี และฟูจิตสึ พอจะสรุปรวมได้ดังตารางที่ 2

ส่งท้าย

ชื่อซูเปอร์คอมพิวเตอร์มักก่อให้เกิดความเข้าใจว่าเป็นคอมพิวเตอร์ที่ทำงานได้เก่งไปทุกอย่าง ทำให้หลายคนอาจจะไม่ค่อยชอบการใช้คำว่าซูเปอร์เข้าไปนำหน้าคอมพิวเตอร์ แต่อย่างน้อยที่สุดก็ขอให้เราทำความเข้าใจว่าซูเปอร์คอมพิวเตอร์ก็มีขีดจำกัดการทำงานอยู่มาก หากมองถึงสถาปัตยกรรมที่ใช้สร้างซูเปอร์คอมพิวเตอร์แล้ว เรากล่าวได้ว่าซูเปอร์คอมพิวเตอร์จะมีสมรรถนะสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการคำนวณเลข แต่อาจทำงานอื่นที่นอกเหนือไปได้ไม่ดีเท่าไรนัก

ความเป็นซูเปอร์คอมพิวเตอร์นั้นเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ในปัจจุบันก็มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สถาปัตยกรรมแบบขนาน ทำให้ความเร็วการประมวลผลสูงมากหรือบางเครื่องก็สูงมากกว่าซูเปอร์คอมพิวเตอร์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน นักคอมพิวเตอร์บางรายก็จัดให้เครื่องเหล่านี้เข้าไปอยู่ในกลุ่มของซูเปอร์คอมพิวเตอร์ แต่บางรายก็ไม่ถือว่าเป็น ตรงจุดนี้ก็เป็นเรื่องตามแต่ว่าใครจะยึดหลักการใด เราในฐานะผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ก็เห็นจะได้แต่เพียงฟังไว้เป็นความรู้รอบตัว